

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-264518

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/31			H 0 1 L 21/31	C
C 2 3 C 16/50			C 2 3 C 16/50	
H 0 1 L 21/205			H 0 1 L 21/205	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-62562

(22) 出願日 平成7年(1995)3月22日

(71) 出願人 000003458

東芝機械株式会社

東京都中央区銀座4丁目2番11号

(72) 発明者 浅野目 裕

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式会社沼津事業所内

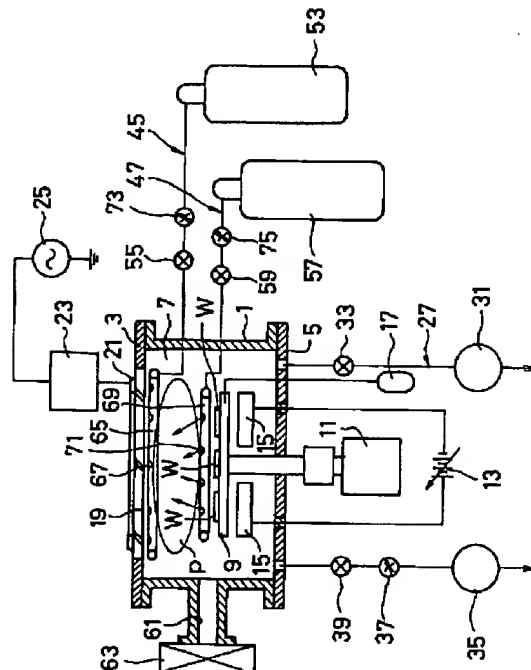
(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外3名)

(54) 【発明の名称】 誘導結合プラズマCVD装置

(57) 【要約】

【目的】 膜質、膜厚について均一性に優れた成膜を行い、しかも装置の小型化を可能にする誘導結合プラズマCVD装置を提供すること。

【構成】 一方のガス噴出ノズル67を反応チャンバ7内の誘電体窓19近傍に配置し、他方のガス噴出ノズル69を反応チャンバ7内のステージ9の近傍に配置し、このガス噴出ノズル69の噴孔71を誘電体窓19の側へ向けて開口し、反応ガスがステージ9へ向けて直接に吹き付けられないようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応チャンバと、前記反応チャンバ内に配置されてワークを支持するステージと、前記反応チャンバの壁面部のうち前記ステージと対向する壁面部に設けられた誘電体窓と、前記反応チャンバ内に反応ガスを供給する少なくとも二つのガス供給系と、前記誘電体窓に接して設けられたアンテナと、前記アンテナに高周波電力を供給する高周波電源と、前記反応チャンバ内を排気するための排気系とを有する誘導結合プラズマCVD装置において、

前記二つのガス供給系のうち一方のガス供給系はガス噴出ノズルを前記反応チャンバ内の前記誘電体窓近傍に有し、他方のガス供給系はガス噴出ノズルを前記反応チャンバ内の前記ステージの近傍に有し、当該他方のガス供給系のガス噴出ノズルの噴孔は前記誘電体窓の側へ向けて開口していることを特徴とする誘導結合プラズマCVD装置。

【請求項2】 前記一方のガス供給系のガス噴出ノズルの噴孔も前記誘電体窓の側へ向けて開口していることを特徴とする請求項1に記載の誘導結合プラズマCVD装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体デバイスの製造等に使用されるプラズマCVD装置に関し、特に誘導結合プラズマ(ICP)CVD装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のICP・CVD装置の一例を図2に示す。ここでは、SiO₂膜をウエハ上に成膜することを例にとって説明する。

【0003】ICP・CVD装置は、反応炉本体1と上蓋3と下蓋5とにより構成された密閉構造の反応チャンバ7を有している。

【0004】反応チャンバ7内にはSiO₂膜を形成するワークであるウエハWを載置される円盤状のステージ9が水平に配置されている。ステージ9は回転装置11により回転駆動される。

【0005】ステージ9の下方にはヒータ電源13による電力供給により発熱するヒータブロック15が配置されており、ヒータブロック15はステージ9上のウエハWの加熱を行う。この加熱温度は温度計17により検出される。

【0006】上蓋3には石英ガラスによりシールドされた円形の誘電体窓19がステージ9と同心に対向して設けられている。誘電体窓19の外面部には反応チャンバ7内に高周波電圧を印加するためのリング状のアンテナ21が装着されている。

【0007】アンテナ21は、誘電体窓19の外周縁部に沿って装着され、マッチングボックス23を介して高周波電源25に接続され、高周波電源25より高周波を

与えられる。

【0008】下蓋5には、背圧真空引き用高真空排気系27と、供給ガス排気用低真空排気系29とが接続されている。

【0009】背圧真空引き用高真空排気系27は、ターボ分子ポンプなどによる高真空用の排気装置31と、排気オン/オフ切換弁33とを有している。

【0010】供給ガス排気用低真空排気系29は、ロータリーポンプやドライポンプ、メカニカルブースタポンプ等による比較的低真空用の排気装置35と、チャンバ内圧力を一定に保持するためのスロットバルブ37と、排気オン/オフ切換弁39とを有している。

【0011】反応チャンバ7内にはリング状の上側ガス噴出ノズル41と下側ガス噴出ノズル43とが上下間隔をおいて固定配置されており、その各々にガス供給用配管45、47が接続されている。上側ガス噴出ノズル41と下側ガス噴出ノズル43は、各々下向きの噴孔49、51を有し、下向き、即ちステージ9へ向けてガスを噴出する。

【0012】ガス供給用配管45は、酸素(O₂)ガス用の配管であり、酸素ガス供給源53と、酸素ガス供給のオン/オフ切換弁55とを有している。

【0013】ガス供給用配管47は、ジクロールシラン(SiH₂Cl₂)ガス用の配管であり、ジクロールシランガス供給源57と、ジクロールシランガス供給のオン/オフ切換弁59とを有している。

【0014】ガス供給用配管41は、酸素(O₂)ガス用の配管であり、酸素ガス供給源47と、酸素ガス供給のオン/オフ切換弁49とを有している。

【0015】反応炉本体1にはウエハWのロード/アンロード用のポート61が設けられており、開閉弁63の開閉によりウエハWのロード/アンロードが行われる。

【0016】つぎに上述の構成によるICP・CVD装置を使用してウエハ上にSiO₂膜を成膜する稼働状態を説明する。

【0017】高真空排気系27の排気オン/オフ切換弁33を開いて、高真空用の排気装置31により反応チャンバ7内を10⁻⁶Torr程度の真空度まで真空引きする。これと同時にヒータ電源13による電力でヒータブロック15を発熱動作させ、所定温度までステージ9と共にステージ9上のウエハWを加熱する。このウエハの加熱温度は温度計19により随時確認され、通常300～400℃の加熱を行う。

【0018】またステージ9の加熱温度の均一性および膜厚の均一性を確保するため、回転装置11によってステージ9を回転させる。

【0019】上述のプロセスが終了すると、オン/オフ切換弁59を開いて下側ガス噴出ノズル43の噴孔51よりジクロールシランガスを反応チャンバ7内に噴出し、次にオン/オフ切換弁55を開いて上側ガス噴出ノ

ズル41の噴孔49より酸素ガスを反応チャンバ7内に噴出する。この場合の通常的气体供給量はトータルで、数100SccM程度であってよい。

【0020】また排気オン/オフ切換弁39を開き、スロットバルブ37によって排気量を調節しながら排気装置35により排気を行う。

【0021】これらの制御により反応チャンバ7内の圧力は、0.1 Torrから数Torrのオーダに設定される。

【0022】以上のようにしてジクロールシランガスと酸素ガスを所定の流量比で供給し、反応チャンバ7内が所定の圧力に調整されたところで、高周波電源25をオンし、マッチングボックス23を介して高周波電力をアンテナに供給する。この電力は1KW程度が一般的である。マッチングボックス23は、予め調整され、高周波電源25への反射電力を零〜最低限に抑制する。

【0023】これにより誘電体窓19部分にて誘電結合作用が得られ、反応チャンバ7内のジクロールシランと酸素ガスが分解し、プラズマpが形成される。このプラズマpによってステージ9上のウエハW上にSiO₂膜が形成される。

【0024】最後に上記のプロセスが一通り終了すると、高周波電源25をオフし、さらにオン/オフ切換弁55、59を閉じ、高真空排気系27により高真空まで排気する。この後、図示していないパージ手段によりパージを行い、処理後のウエハをチャンバ外に取り出す。

【0025】

【発明が解決しようとする課題】上述のような従来のICP-CVD装置は下記の問題点を有している。

【0026】a) ジクロールシランガスのノズル43とステージ9との間隔をある程度保たなければならないために、ステージ9とアンテナ21との距離が大きくなり、装置全体が大きくなる。

【0027】b) ジクロールシランガスをプラズマから遠ざける方向に流すために、ジクロールシランガスがプラズマに曝されづらくなり、分解が促進されず、膜質が悪い。

【0028】c) ジクロールシランガスをステージ9の側に流すために、ウエハWにおいてノズル43に近い部分で成膜速度が大きくなり、不均一な膜厚の酸化膜となる。

【0029】本発明は、上述の如き問題点に着目してなされたものであり、膜質、膜厚について均一性に優れた成膜を行い、しかも装置の小型化を可能にする誘導結合プラズマCVD装置を提供することを目的としている。

【0030】

【課題を解決するための手段】上述の如き目的を達成するために、本発明の請求項1による誘導結合プラズマCVD装置は、反応チャンバと、前記反応チャンバ内に配置されてワークを支持するステージと、前記反応チャン

バの壁面部のうち前記ステージと対向する壁面部に設けられた誘電体窓と、前記反応チャンバ内に反応ガスを供給する少なくとも二つのガス供給系と、前記誘電体窓に接して設けられたアンテナと、前記アンテナに高周波電力を供給する高周波電源と、前記反応チャンバ内を排気するための排気系とを有する誘導結合プラズマCVD装置において、前記二つのガス供給系のうち一方のガス供給系はガス噴出ノズルを前記反応チャンバ内の前記誘電体窓近傍に有し、他方のガス供給系はガス噴出ノズルを前記反応チャンバ内の前記ステージの近傍に有し、当該他方のガス供給系のガス噴出ノズルの噴孔は前記誘電体窓の側へ向けて開口していることを特徴としている。

【0031】また請求項2による誘導結合プラズマCVD装置は、請求項1による誘導結合プラズマCVD装置において、前記一方のガス供給系のガス噴出ノズルの噴孔も前記誘電体窓の側へ向けて開口していることを特徴としている。

【0032】

【作用】請求項1による誘導結合プラズマCVD装置では、他方のガス供給系、即ちステージ側のガス供給系のガス噴出ノズルの噴孔が誘電体窓の側へ向けて開口していることから、ステージへ向けて反応性ガスが直接に吹き付けられなくなり、ノズルに近い部分で成膜速度が大きくなることなく、均一な膜厚の成膜が行われる。

【0033】また反応性ガスは誘電体窓の側にあるプラズマへ向けて流れるから、反応性ガスがプラズマによく曝されるようになり、反応性ガスの分解、反応が促進され、膜質がよい成膜が行われる。

【0034】これらのことによりステージ側のガス噴出ノズルはステージに極く接近させて配置することが可能になり、また一方のガス供給系のガス噴出ノズルは誘電体窓近傍に配置されるから、ステージとアンテナとの距離を従来のものに比して短縮できる。

【0035】この誘導結合プラズマCVD装置において使用される反応性ガスとしては、ジクロールシラン(SiH₂Cl₂)、モノシラン(SiH₄)、トリクロールシラン(SiHCl₃)、四塩化ゲルマン(GeCl₄)、酸素(O₂)、水素(H₂)ならびにアルゴン(Ar)などが挙げられる。

【0036】請求項2による誘導結合プラズマCVD装置では、誘電体窓側のガス噴出ノズルの噴孔も誘電体窓の側へ向けて開口していることにより、このガス噴出ノズルの噴孔より噴出されるガスも直接にステージへ向けて流れることなく、上述のような請求項1における作用がより一層顕著なものになる。

【0037】

【実施例】以下に本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。

【0038】図1は本発明による誘導結合プラズマCVD装置の一実施例を示している。なお、本発明の実施例

において、上述の図2による従来例と同一構成の部分は、上述の従来例に付した符号と同一の符号を付してその説明を省略する。

【0039】上側ガス噴出ノズル65は、リング状をなして誘電体窓19の近傍に配置され、上向きノズルとして、誘電体窓19に向けて開口した複数の噴孔67を有している。上側ガス噴出ノズル65には酸素ガス供給用の配管45が接続されている。

【0040】下側ガス噴出ノズル69は、リング状をなしてステージ9の近傍に配置され、上向きノズルとして、誘電体窓19に向けて開口した複数の噴孔71を有している。下側ガス噴出ノズル69にはジクロールシランガス供給用の配管47が接続されている。下側ガス噴出ノズル69のリング径はステージ9の直径に概ね一致している。

【0041】またこの実施例では、ガス供給用配管45と47の各々に流量制御弁73、75が設けられている。

【0042】次に上述の如き構成よりなる誘導結合プラズマCVD装置によってSiO₂膜をウエハ上に成膜する手順を説明する。

【0043】まず、ウエハWを複数枚あるいは1枚、反応チャンバ7内の下側にステージ9上に載置し、高真空用の排気装置31により反応チャンバ7内を10⁻⁶Torr程度の真空度まで真空引きし、ヒータブロック15によってステージ9と共にステージ9上のウエハWを300~400℃程度に加熱し、回転装置11によってステージ9を回転させる。

【0044】次にガス供給用配管47によって下側ガス噴出ノズル69の噴孔71よりジクロールシランガスを反応チャンバ7内に供給すると共に、ガス供給用配管41によって上側ガス噴出ノズル65の噴孔67より酸素ガスを反応チャンバ7内に供給し、排気装置35によって排気を行う。

【0045】以上のようにしてジクロールシランガスと酸素ガスを反応チャンバ7内に所定の流量比で供給し、反応チャンバ7内が所定の圧力に調整されたところで、高周波電源23をオンし、マッチングボックス21を介して高周波電圧をアンテナ21に印加する。

【0046】これにより反応チャンバ7内にプラズマpが形成される。このプラズマp内でジクロールシランと酸素のガスが分解/合成され、ウエハW上にSiO₂膜が形成される。

【0047】この成膜プロセスで、ジクロールシランガスは下側ガス噴出ノズル69の噴孔71より誘電体窓19へ向けて噴出されるから、ジクロールシランガスがステージ9へ向けて直接に吹き付けられることがなく、ノズルに近い部分で成膜速度が大きくなることなく、均一な膜厚の成膜が行われる。

【0048】またジクロールシランガスは誘電体窓19

の側にあるプラズマpへ向けて流れるから、ジクロールシランガスがプラズマpによく曝されるようになる。これによりジクロールシランガスの分解、反応が促進され、膜質がよい成膜が行われる。

【0049】また酸素ガスも上側ガス噴出ノズル67の噴孔69より誘電体窓19へ向けて噴出されるから、酸素ガスもステージ9へ向けて直接に吹き付けられることがなく、このことによってもノズルに近い部分で成膜速度が大きくなることなく、均一な膜厚の成膜が行われる。

【0050】これらのことによりステージ側の下側ガス噴出ノズル69は、図示されているように、ステージ9に極く接近させて配置することが可能になり、また上側ガス噴出ノズル65は誘電体窓19の近傍に配置されるから、ステージ9とアンテナ21との距離を従来のものに比して短縮できる。

【0051】成膜が終了すれば、オン/オフ切換弁55、59を閉じて酸素ガス、ジクロールシランガスの供給を停止し、その後、排気オン/オフ切換弁33、39の開閉によって背圧真空引き用排気系27に切り換え、10⁻⁶~10⁻⁷Torrまで排気する。排気作業終了後は適当なベントラインにより反応チャンバ7を大気開放し、成膜終了後のウエハWを反応チャンバ7外に取り出す。これにより一回の成膜は終了する。

【0052】上述の構成よりなる誘導結合プラズマCVD装置において、下向きの噴孔を有するノズルを試作して実験を行った。

【0053】この実験の結果、噴孔が下向きのノズルを用いた場合には表面が非常に荒れた膜が形成された。

【0054】これに対し図1に示されているように、噴孔が上向きのノズルを用いて実験を行ったところ、表面が滑らかな良好なモロロジーを有する酸化膜が得られた。また膜厚均一性は±1%であった。

【0055】そこで下向き噴孔のノズルをステージから徐々に離して滑らかな膜が形成されるステージノズル管距離を求めたところ、40mm以上の距離が必要であることが分かった。またそのときの膜厚の均一性は±30%で非常に悪く、膜厚の分布はステージ外周部で厚く、中心部で薄くなることが分かった。

【0056】この膜厚均一性は、ステージとノズル間距離を大きくすればするほど改善されることが分かった。しかしそのためには装置が大型化する。

【0057】

【発明の効果】以上の説明から理解される如く、本発明による誘導結合プラズマCVD装置によれば、ステージ側のガス供給系のガス噴出ノズルの噴孔が誘電体窓の側へ向けて開口していることから、ステージへ向けて反応性ガスが直接に吹き付けられなくなり、ノズルに近い部分で成膜速度が大きくなることなく、均一な膜厚の成膜が行われるようになると共に、反応性ガスが誘電体

窓の側にあるプラズマへ向けて流れ、反応性ガスがプラズマによく曝されるようになるから、反応性ガスの分解、反応が促進され、膜質がよい成膜が行われるようになる。

【0058】これらのことによりステージ側のガス噴出ノズルはステージに極く接近させて配置することが可能になり、また一方のガス供給系のガス噴出ノズルは誘電体窓近傍に配置されるから、ステージとアンテナとの距離を従来のものに比して短縮でき、装置を小型化できる。

【0059】また誘電体窓側のガス噴出ノズルの噴孔も誘電体窓の側へ向けて開口していることにより、このガス噴出ノズルの噴孔より噴出されるガスも直接にステージへ向けて流れることがなくなり、上述の効果がより一層顕著なものになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による誘導結合プラズマCVD装置の一実施例を示す断面図である。

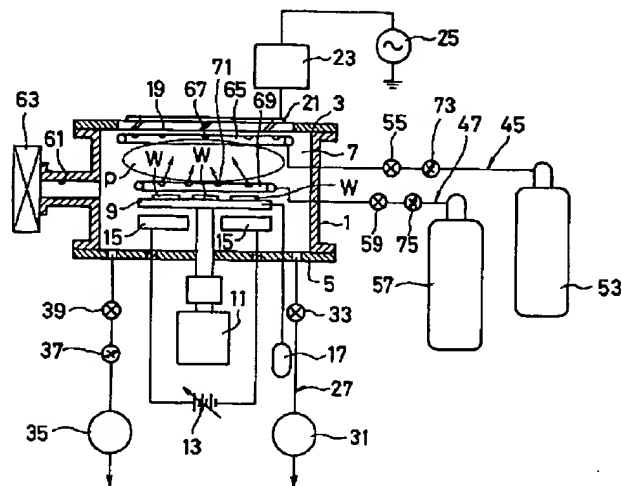
【図2】従来の一般的な誘導結合プラズマCVD装置の一実施例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 反応炉本体
- 3 上蓋
- 5 下蓋
- 7 反応チャンバ
- 9 ステージ
- 11 回転装置
- 13 ヒータ電源

- 15 ヒータブロック
- 17 温度計
- 19 誘電体窓
- 21 アンテナ
- 23 マッチングボックス
- 25 高周波電源
- 27 背圧真空引き用高真空排気系
- 29 供給ガス排気用低真空排気系
- 31 排気装置
- 33 排気オン／オフ切換弁
- 35 排気装置
- 37 スロットバルブ
- 39 排気オン／オフ切換弁
- 41 上側ガス噴出ノズル
- 43 下側ガス噴出ノズル
- 45、47 ガス供給用配管
- 49、51 噴孔
- 53 酸素ガス供給源
- 55 オン／オフ切換弁
- 57 ジクロールシランガス供給源
- 59 オン／オフ切換弁
- 61 ポート
- 63 開閉弁
- 65 上側ガス噴出ノズル
- 67 噴孔
- 69 下側ガス噴出ノズル
- 71 噴孔

【図1】



【図2】

